Die Jontophorese und ihre Anwendung in der Zahnheilkunde

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
einer Medizinischen Fakultät
der Universität Freiburg

vorgelegt von

RENATUS ULRICH
Zahnarzt aus Strassburg

1933

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Freiburg.

Referent: Privatdozent Dr. Scheidt.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543125_0107

EINLEITUNG

Die Behandlungsmöglichkeit infizierter Wurzelkanäle und periapikaler Erkrankungen auf pharmakodynamischen (medikamentösen) oder physikalischen (elektrischen) Wegen ist heute von besonderem Interesse in der Zahnheilkunde. Denn wenn es dadurch gelingt, in der Thearpie periapikaler Läsionen die blutige Methode (Wurzelspitzenresektion) durch eine wirksame unblutige zu ersetzen, würde nicht nur ein berechtigter Wunsch der ängstlichen Patienten erfüllt, sondern auch in Uebereinstimmung mit den modernen Anschauungen in der Baktorologie, Histologie und Physiologie die Ursache der Erkrankung mit grösstmöglichster Schonung der Zelle und der Gewebe beseitigt und eine wirkliche Ausheilung ermöglicht.

Deshalb soll in dieser Arbeit eine neue Möglichkeit medikamentöser Durchdringung der Wurzelkanäle mit Hilfe des elektrischen Stromes und deren praktische Anwendung in der Zahnheilkunde, die sogenannte Jontophorese beschrieben und kritisch behandelt werden.

Da B e r n a r d die vorliegende Methode schon in französischer Sprache beschrieben hat, habe ich mich bemüht, ein deutsches Referat zu bearbeiten, das sich im wesentlichen auf die von Bernard ausgeführte Arbeit: « L'Jonophorèse Dentaire » stützt. Durch die Jontophorese sollen die Schwierigkeiten der anatomisch bedingten Unzulänglichkeit periapikaler Erkrankungsherde für Medikamente überwunden werden.

Vielleicht kann durch die nachfolgenden Betrachtungen die Anwendung der bisher auf diesem Gebiete gebräuchlichen und in ihrer Art zum Teil wertvollen chemischen und physikalischen Mittel in neue Bahnen gelenkt und ihre Wirkung gesteigert werden. Bei der Aufzählung der von mir nach diesem Verfahren behandelten Fälle wird auch eine kürzlich von C a y r e erschienene Arbeit Berücksichtigung finden, worin mehr als 160 Fälle aufgezählt werden und 90 % dieser Fälle angeblich zur Ausheilung gelangt sein sollen.

A. GESCHICHTLICHE VORBEMERKUNG

Die Galvanotherapie in der Zahnheilkunde.

Die Anwendung der Jontophorese zu therapeutischen Zwecken hat eine bis zum Beginn des vorigen Jahrhunderts zurückreichende Geschichte. Privati und Volta waren die ersten, die den elektrischen Strom als Transportmittel für Medikamente benutzten. Aber trotz vielseitiger Bemühungen verlor die Jontophorese bei der Unsicherheit des Erfolges mangels geeigneter Apparaturen bald an Interesse. Erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts gaben die Veröffentlichungen verschiedener Forscher (Beer, Clemens, Bruns und Eulenburg) Anregung zu erneuter Nachprüfung der Brauchbarkeit der Jontophorese.

Durch die exakten Arbeiten von Munk, Wagner, Adamkiewitsch, Gärtner u. a. m. wurde der langjährige Streit über die therapeutische Verwendbarkeit der neuen elektrischen Methode, deren Einschätzung zwischen völliger Ablehnung und einseitiger Ueberschätzung schwankte, zu Gunsten der Jontophorese entschieden, die sich heute in der Medizin eine beachtenswerte Stellung als wertvolles therapeutisches Hilfsmittel verschafft hat.

Trotz dieser guten Erfahrungen fand jedoch die Elektrotherapie, insbesondere die Jontophorese, erst spät Eingang in die Zahnheilkunde. Sie wurde zuerst im Jahre 1859 von Richardson eingeführt in der ursprünglichen Absicht, bei gleichzeitiger Anwendung von Medikamenten analgetische Wirkungen in der Mukosa hervorzurufen.

Die erste intradentale Anwendung wurde 1888 durch Mac Grath ausgeführt. Als erster Zahnarzt gab 1894 Morton eine Anleitung zur jontophoretischen Applikation des Kokains zwecks Anästhesierung des Dentins. Dieses Verfahren, damals unter dem Namen Kataphorese bekannt, hatte Ende des letzten Jahrhunderts in Amerika viele Anhänger, wie aus den Fachschriften der damaligen Zeit (z. B. L'Ohio Dental Journal) zu ersehen ist.

In Europa wurde die Kataphorese speziell von dem Strassburger Morgenstern um das Jahr 1905 angewandt, doch nahm das Interesse infolge schlechter Resultate wieder ab.

Weil diese Methode, wie wir oben erwähnten, mehr in der Frage der Dentinanalgesie eine Rolle spielte, bei wel-

cher der Erfolg sehr zweifelhaft ist, so bleibt uns noch eine weitere Verwendungsmöglichkeit offen in der Elektrosterilisation infizierter Wurzelkanäle.

In einer Abhandlung über dieses Verfahren weist Ohngemach darauf hin, dass Cohn, Mendelsohn (1883), Apostoli, Laquérière (1890), Prochownik und Späth Versuche über die entwicklungshemmende bezw. bakterientötende Wirkung des galvanischen Stromes ausgeführt haben. Doch erst Zierler und Hoffendahl (1904) schufen die wissenschaftlichen Grundlagen für Elektrosterilisation der Wurzelkanäle.

Im Jahre 1908 veröffentlichte Joseph Mendel in Frankreich eine Arbeit über Zink-Ionisation und Kokainionisation und ihre Anwendung in der Zahnheilkunde, worin die Veröffentlichung von Pont aus dem Jahre 1899 über Elektrophorese gebührend berücksichtigt wird.

Amerikanische Fachzeitschriften brachten über dieses Gebiet 1917 wieder vereinzelte Artikel und gaben erneuten Anlass zu Diskussionen. Besonders zu erwähnen sind folgende Autoren: Sturridge, Prize, Prinze, Fette, Crane, Johnston, Campbell, Bodecker, Cahn.

B. DIE JONTOPHORESE UND IHRE ANWENDUNG IN DER ZAHNHEILKUNDE

1. Wesen der Jontophorese.

Unterschied zwischen Diathermie und Jontophorese.

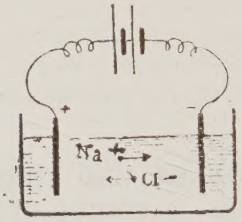
Legt man an die Enden des Wurzelkanals eine elektrische Spannung an, so fliesst in dem dazwischen liegenden Leiterstück (Wurzelkanal) ein elektrischer Strom. Die dabei entstehende Stromwärme kann man durch Verwendung hochfrequenter Wechselspannungen wesentlich erhöhen. Sie ist es, die bei der Diathermie von ausschlaggebender Bedeutung ist. Sie führt zu einer Koagulation des Gewebes und des Serums oder übt einen bakterientötenden Einfluss aus. Die Desinfektionskraft von Desinfektionsmitteln, wie z. B. Chloramin erfährt eine Erhöhung durch Steigerung der Temperatur. Es ist aber ein wesentlicher Unterschied, wenn man statt der hochfrequenten Wechselströme, bei denen die elektrisch geladenen Teilchen nur kleine Weglängen zurücklegen, also keine Ionenwanderung stattfindet, einen Gleich-

strom verwendet. Bei diesem sind folgende Effekte zu verzeichnen: nämlich die Wanderung der Ionen, deren Richtung von ihrem Vorzeichen abhängig ist und ihre Eigenschaft als Transportträger für Medikamente. Die chemischen Reaktionen, die dabei noch an den Elektroden selbst auftreten, sind sekundärer Natur.

Für das Verständnis der Jontophorese müssen wir aber in erster Linie von dem Grundbegriff ausgehen: der Elektrolyse. Das umsomehr, als eine Verwechslung naheverwandter Begriffe zu falschen, irreführenden Erklärungen der auftretenden Phenomene geführt hat.

Die Elektrolyse.

Fig. 1.



In Salzlösungen sind Ionen und nur Ionen vorhanden. Sie sind bereits vor Beginn der elektrischen Leitung vorhanden. Die Spaltung, die elektrolytische Dissoziation, erfolgt sogleich bei der Auflösung. Bei einem wasserlöslichen Elektrolyt (z. B. Na—Cl), in das die Platin-Elektroden einer Gleichstromsquelle eingetaucht werden, kann man den Vorgang der Elektrolyse genau beobachten. Die negativen Träger (Cl-Ionen) werden von der Anode angezogen. An der Anode geben die negativen Chlorionen ihre elektrische Ladung ab und verhalten sich wie ein neutrales Atom resp. freies chemisches Radikal. Die positiven Na-Ionen werden dagegen von der Kathode angezogen. Aber bei einem gewissen Abstand ist die Anziehungskraft und Abstossung nicht mehr bemerkbar, denn sie ist umgekehrt proportional zum Quadrat der Entfernung. Man wird also von einer perianodischen Zone beziehungsweise perikathodischen Zone sprechen, wo

z. B. die negativen Ionen elektrisch verschwunden sind und die positiven Ionen im Ueberschuss vorhanden sind. Die Peripolarzonen, wo die Ionen von gleichnamiger Ladung wie die Elektroden relativ betrachtet, im Ueberschuss sind, lassen an eine Polarisation denken. Doch dies ist nur eine virtuelle Erscheinung, denn in Wirklichkeit ist jedes Volumen eines Elektrolyts immer elektrisch neutral geladen. Das Gleichgewicht stellt sich durch das Wandern der Ionen von selbst wieder her. Die im Ueberschuss befindlichen Ionen von gleicher Ladung stossen sich gegenseitig ab und werden von den Ionen mit entgegengesetzter Ladung angezogen.

Man stellt sich unter Elektrolyse eine Wanderung von positiv geladenen Teilchen (An-Ionen), die von der Kathode zur Anode gehen und eine Wanderung der negativ geladenen (Kat-Ionen), die von der Anode zur Kathode wandern, vor.

Eine sichtbare Ausscheidung von Zersetzungsprodukten wird nur an den Elektroden stattfinden.

Diese Wanderung der Ionen ist nicht als eine Begleit- oder Folgeerscheinung des elektrischen Stromes zu betrachten. Es ist Strom und Bewegung der Ionen ein und dasselbe.

Ferner ist die Geschwindigkeit der Ionen proportional zum elektrischen Feld. Sie hängt auch von der Temperatur und der Viskosität des Milieus ab. Die Reibung ist bei gegebener Lösung für die Anionen und Kationen nicht die gleiche, was zweierlei Ionen von verschiedener Geschwindigkeit erzeugen kann. Die Geschwindigkeit ist proportional zur Dichte. Man begreift leicht, dass die Schnelligkeit der Ionen um so grösser ist, je enger der Durchgang. Das ist praktisch für die Verwendung der Jontophorese zur Wurzelbehandlung sehr wichtig. Denn die Dentinkanälchen, welche Capillaren sind, setzen dem Gleichstrom einen Widerstand entgegen, sodass er infolgedessen nur durch die Wurzelkanälchen fliessen kann.

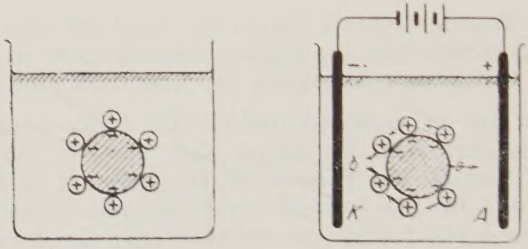
Die Jontophorese.

Die Jontophorese ist im Grund nur eine erweiterte Elektrolyse. Man versteht darunter die Einführung bezw. Eintreibung von in wässriger Lösung befindlichen Arzneimitteln in Körpergewebe mit Hilfe des elektrischen Stromes. Bei diesem Verfahren handelt es sich um die Einbringung von Medikamenten, wie Kokain, Chinin, Jod, usw., elektro-

lytisch dissoziert, also um die Einverleibung von ionisierten Mitteln mittels Elektrolyse. Während wir bis jetzt das Studium der Jontophorese in einfachen Ionen-Lösungen beobachtet haben, sind von besonderem Interesse jene Vorgänge, welche sich beim Vorhandensein mehrerer Elektrolyte von verschiedener Zusammensetzung abspielen. Letzteres ist der Fall, wenn wir bei therapeutischen Applikationen die Ionen einer medikamentösen Lösung durch die elektrolytische Gewebsflüssigkeit dringen lassen. Auch hier darf keine Verwechslung entstehen mit den Phenomenen der Elektrophorese und der Elektrosmose. P o h l gibt uns in seinem Lehrbuch die genaue Erklärung dieser Phenomene.

« Man denke sich die Flüssigkeit von einem elektrischen

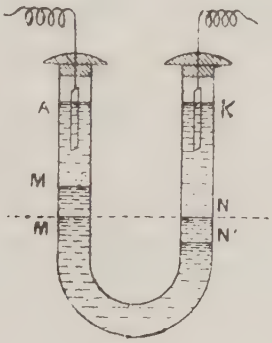
Fig. II.



Felde durchsetzt (z. B. eine negativ aufgeladene Kugel). Das elektrische Feld zieht die negativ aufgeladene Kugel zur Anode. Die positiven Flüssigkeitsmoleküle streichen über die Kugel hinweg und wandern zur Anode. Diese Erscheinung heisst Elektrophorese. Die Elektrophorese ist also nichts weiter als eine unselbständige Elektrizitätsleitung in einer Flüssigkeit bei der die Elektrizitätsträger des einen Vorzeichens sichtbare Grösse besitzen. Sie wird besonders häufig in Suspensionen colloïdaler Teilchen beobachtet. » Die Ionen können sich an diese Colloïdkörperchen anheften und um sie herum ein wahrhaft elektrisches Feld zwischen den Grenzflächen schaffen. Nur muss die eine der beiden Substanzen flüssig sein und die andere als Suspension oder Emulsion aufnehmen können. Diese Colloïde können unter dem Einfluss eines elektrischen Stromes als wahre

Transportträger betrachtet werden. Die Elektrophorese erscheint nicht selten als unerwartete und auffallende Begleiterscheinung der elektrolytischen Leitung.

Fig. III.



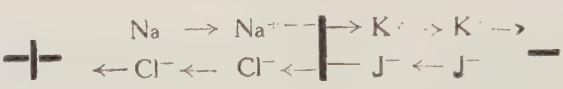
In einem Uförmig gebogenen Glasrohr wird eine kolloïdale Lösung in der Höhe von M N geschichtet und darüber wird auf beiden Seiten verdünntes Salzwasser geschüttet. Sobald wir eine Spannung an die Elektroden anlegen, können wir feststellen, dass das Niveau M N auf der einen Seite steigt und auf der anderen Seite sinkt.

Die Elektrophorese von Methylenblau geschieht zum negativen Pol, was als Kataphorese bezeichnet werden kann von Eosin zum positiven Pol und heisst Anaphorese. Bei der Elektrosmose ist noch zu berücksichtigen, dass die Ionen Membranen oder spongiöse Gewebe zu durchdringen haben, was zu gleicher Zeit eine Wasserentziehung durch die Ionenwanderung mit sich bringt.

Die Elektrophorese wie die Elektrosmose sind also bestimmten physikalischen Gesetzen unterworfen.

Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers wäre der eines Halbleiters. Im allgemeinen werden sich daher die gleichen Erscheinungen, welche in einem Elektrolyten vom Strom hervorgerufen werden, im menschlichen Organismus zeigen, wenn er vom elektrischen Strom durchflossen wird. Das in den Körpersäften hauptsächlich in Frage kommende Kochsalz zerfällt nach den schon beschriebenen Vorgängen in elektropositive Natriumionen und elektronegative Chlorionen. Doch wurde meistens dem polarisierenden Effekte, der bei dieser Elektrolyse auftretenden Chlor- und Na-

triumionen die Aufmerksamkeit zugewandt. An der Kathode entwickelt sich nämlich aus dem freiwerdenden Natrium und Wasser Natronlauge, an der Anode Salzsäure und Sauerstoff. Die neu entstandenen Verbindungen üben aber auf das Gewebe in der Umgebung der Elektroden eine bakterientötende oder ätzende Wirkung hervor und in diesem Sinne haben sie Zierler und Lehmann zur Elektrosterilisation der Wurzelkanäle verwandt. Den gleichen Effekt erzielte der Versuch, wobei eine Platinnadel bis an den periapikalen Herd vorgeschoben und ein Strom von 1,5 M. a. ~~m~~. - 2 M. a. ~~m~~. durchgeschickt wurde, um eine therapeutische Wirkung zu erzielen. Doch sind die beiden Haupteffekte bei der Jontophorese in erster Linie die Ionenwanderung selbst und in zweiter die Eigenschaft Transportträger zu sein. Die Phenomene der Ionendurchdringung bei mehreren Elektrolyten verstehen wir wohl am besten zuerst in einfacher Form.



Wenn wir der Jodkalilösung (KJ) eine negative Polarität, dem Kochsalz eine positive Polarität geben, beobachten wir bei beiden Flüssigkeiten einen doppelten Austausch: die positive Kochsalzlösung erhält negative I Ionen von der negativen KJ-Lösung, die negative KJ-Lösung erhält wieder positive Natrium-Ionen von der positiven Na Cl-Lösung.

Selbstverständlich ist diese Darstellung schematischer Form gehalten und hängt in Wirklichkeit ab: 1. von Modifikationen, die beim Kontakt der Flüssigkeiten auftreten, 2. von der Membran, die die beiden Flüssigkeiten trennen kann, 3. vom Verhalten der lebenden Gewebe.

Beim Wurzelkanälchen des Zahnes verhält sich die Ionendurchdringung ganz anders, weil keine Membran zu durchdringen ist, sondern mehr oder weniger poröse Gewebe mit genügend grossen Zwischenräumen; das dürfte selbst bei Zerfall der Pulpa vorliegen. Pont versuchte durch Elektrophorese medikamentöse Durchdringungen in den Wurzelkanälchen zu bewerkstelligen unter Vermeidung tertiär elektrolytischer Erscheinungen. Er gebrauchte als erster Jod-Jodlösung worin sich, ohne dass er es ahnte, J_3 Ionen befanden. Seine Technik, obwohl von der heutigen sehr verschieden, näherte sich am meisten der modernen Technik

der Jontophorese. Diese Versuche von Pont stellte Mendel in Frage. Mendel bezweifelte, dass die Medikamente in genügender Quantität durch die engen Kanäle durchdringen könnten, und glaubte, dass es notwendig wäre, mechanisch den Apex zu erreichen, bevor man zur eigentlichen elektrischen Therapie übergreife. Umsomehr war dieser Skepticismus berechtigt, wenn man sich auf die Experimente in dieser Zeit stützte, die sich mit der transkutanen Ionendurchdringung befassten.

Bernard zeigte jedoch an Hand von Experimenten und praktischen Versuchen, dass eine praktisch geringe Ionendurchdringung, auf die Mendel hindeutet, auf Applikationsfehler zurückzuführen sein müsste. Ebenfalls weist er auf die besonderen Eigenschaften der Ionen bei der transkutanen Durchdringung hin. Jenseits der subkutanen Schicht seien keine Ionen anzutreffen, da sie nur in dem Masse mit fortgerissen würden, als sie eingeführt wurden.

Diese Schlüsse zieht er aus folgenden Betrachtungen: 1. die Stromstärke und die Durchdringungsgeschwindigkeit sei bei der Haut, bei der die Stromstärke ½ Milliampère pro Quadratzentimeter beträgt, 500 bis 1000 Mal grösser als bei den Wurzelkanälchen. Bei letzteren reiche die Intensität von 5 Milliampère für 1 Quadratmillimeter aus. 2. Es handele sich nicht um Ionentransport in den Blutgefässen, sondern um Ionentransport durch abgestorbene Gewebe und durch apikale Herde, in denen der Gefässreichtum reduziert sei im Vergleich zur subkutanen Schicht. (?)

Bei galvanischen Applikationen auf der Mukosa und der Epidermis sei also Jontophorese nicht zweckmässig, denn sie sei allein in den Wurzelkanälchen anwendbar.

B. 2. Spezialstudium der I3-Ionen.

Die Ionentherapie wird hauptsächlich in Amerika angewandt und die Praktiker geben ihr dort den Namen Elektrolytical Medication.

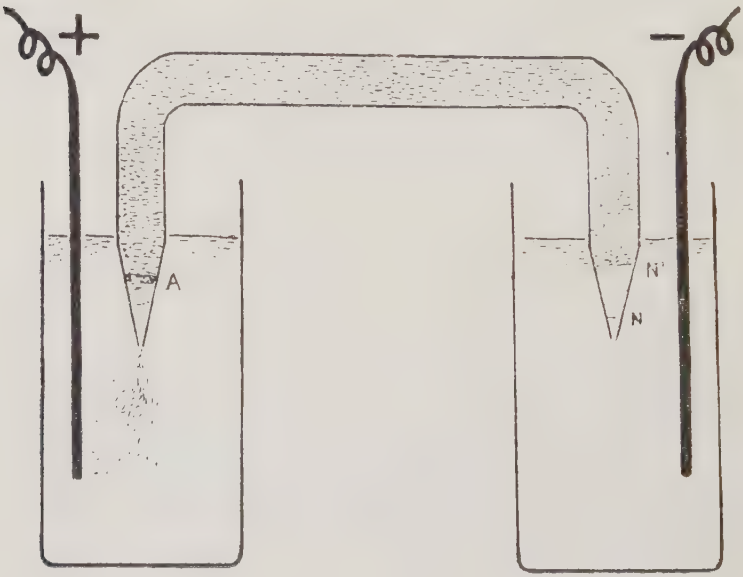
Das am meisten angewandte Ion ist das **Jodion**, das nicht aus der einfachen Jodlösung, sondern einer Jod-Jodkalilösung (Lugol'sche Lösung) hervorgeht. Manche Autoren hatten beobachtet, dass diese Lugol'sche Lösung sich progressiv von der Kathode aus entfärbt. Sie haben dann den Schluss gezogen, dass die ganze Lösung transportiert

würde und sehen darin einen Beweis für die Durchdringung. In Wirklichkeit ist diese progressive Entfärbung den elektrolytischen Reaktionen an der Kathode (durch KOH-Bildung) zuzuschreiben. Um die Tatsache richtig verstehen zu können, müssen wir diese Vorgänge an der Jod-Jodkalilösung einer näheren Betrachtung unterziehen. Das Jod ist wenig löslich im Wasser, dagegen reichlich löslich in wässriger Jodlösung. So gestattet Jodkali gelöst die Auflösung von einem Atom I und eine 50 prozentige Jodlösung löst 76,5 auf, d. h. 2 Atome für ein Molekül. Dies erscheint zuerst paradox und macht daher weitere Betrachtungen nötig.

Seit langem nahm man die Bildung einer Polyiodlösung an (J*K). In dieser wässrigen Lösung bildet sich eine Jodlösung, mit der Formel J3 K. Das Jod scheint also durch einen besonderen Mechanismus an die Jodlösung gebunden zu sein.

Folgendes Experiment gestattet uns mit Sicherheit den Schluss, dass das Jodatom nur an das I-Ion gebunden ist und J3-Ion bildet. Die zugespitzten Enden eines Uförmig gebogenen Glasrohres, das eine Jod-Jodkalilösung enthält, werden in zwei Behälter mit elektrolytischer Kochsalzlösung getaucht. Jeder dieser Behälter ist durch eine Elektrode mit einer Gleichstromquelle verbunden. (Siehe Skizze.)

Fig. IV.



Bei einer Stromstärke von 3 Milliampère tritt Bildung eines kolorierten Konzentrationsringes bei A auf. Nach ungefähr einer viertel Stunde bildet sich eine dunkle Wolke in dem unteren Teil des positiven Behälters. Beim negativen Pol kann man eine untere weniger kolorierte Zone feststellen. Die untere N-Zone ist unbeweglich, die obere N' erhebt sich langsam.

Wenn wir in diesem Uförmig gebogenen Rohr statt einer Jod-Jodlösung eine reine Jodlösung in alkoholisiertem Wasser haben, kann man nicht die geringste Wanderung vom Jod feststellen, selbst wenn man den Strom 24 Stunden durchfliessen lässt. Wir müssen also annehmen, dass das gefärbte Jodatom an das negative J-Ion gekettet ist in der Maximalproportion von 2 Atomen, auf ein Jod (J—J—J) und dass es eine von J-3 geladene Wolke ist, die zum +Pol wandert. Da diese Ionen schwerer sind als die Na und Cl-Ionen, sinken sie auf den Boden des Behälters. Daraus folgt, dass das J3-Ion einseitig geladen ist. Bei der Verwendung der Lugol'schen Lösung zum Durchdringen im Organismus erlaubt also dieselbe Strommenge den Transport von drei Mal grösseren Gewichtsteilen Jod als das Jod von der gewöhnlichen Jodlösung transportieren kann. Alle diese Eigenschaften verleiten bei gleicher Stromstärke dem I3-Ion gleichzeitig eine 18 Mal grössere Durchdringungsmöglichkeit als dem Zinkion. Für das Zustandekommen der Fixation der 3 Jodatome spielt das Lösungsmittel eine ausschlaggebende Rolle, z. B. mit Wasser kann ein Ion 2 Atome fixieren, mit Nitrobenzol 8. Diese Fixation ist wahrscheinlich sehr komplex und bleibt selbst bei der Kristallisierung bestehen, weil man Kristalle erhält die $J_3K = \begin{matrix} J \\ \| \\ J \end{matrix} \!\!> J-K$ entsprechen.

Die Ionenquantität zu messen ist äusserst schwierig (Urinuntersuchung). Um am einfachsten die Menge, die man eingeführt hat, relativ betrachtet, feststellen zu können, muss man die an der negativen Elektrode verloren gegangene Mengen in Betracht ziehen.

Die Entfärbungsmöglichkeit der I3-Ionen und ihre Eigenschaften im allgemeinen und speziell pharmakodynamischen Sinne.

Die I3-Ionen sind nicht immer sichtbar und ihre Farbe kann verwechselt werden, mit den organischen Ueberresten. Sie können, wie folgender Versuch zeigt, schwarz-blau gefärbt sein.

Ein Zahn wird in eine Kartoffel gesetzt, die mit dem positiven Pol in Verbindung steht, der negative Pol steht im Kontakt mit dem Wattebausch, der mit I3-Ionenlösung getränkt in die Pulpenkammer gelegt wird. Nach einigen Minuten, wenn der Wattebausch entfärbt ist, wird der Zahn aus der Kartoffel gezogen und der Grund dieser künstlichen Alveole ist blau-schwarz, was auf die Wirkung des Jodes auf die Stärke des Pflanzengewebes zurückzuführen ist.

B e r n a r d zeigt an Hand von verschiedenen anderen Experimenten das Verfahren der kolorierten Ionen durch das ein Studium der Ionenwanderung eines Elektrolyts veranschaulicht wird (z. B. mit kolorierten Cu + + Ionen).

Ein sehr lehrreiches Experiment welches auch den skeptischsten Praktiker von der Ionendurchdringung überzeugt, besonders weil es sich am Patienten selbst ergibt, ist folgendes: nach einer Jontophoresenapplikation, die nach der wie folgt angegebenen Technik gehandhabt wird, wird der letzte eingelegte zum Teil entfärbte Wattebausch herausgenommen, die Wurzelkanäle und die periapikale Zone sind mit I3-Ionen getränkt, wovon der grösste Teil an den organischen Albuminoïden haften. Es bleiben aber noch genug freie Ionen um eine umgekehrte Jonthophorese zu erhalten. Zu diesem Zwecke vertauscht man den letzten Ionenwattebausch mit einem von physiologischen Serum getränkten und lässt den Strom in umgekehrtem Sinne hindurchlaufen, d. h. man verbindet die aktive Zahnelektrode nicht mit dem negativen, sondern mit dem positiven Pol.

Die I3-Ionen kehren von der aktiven Elektrode wieder in den Wattebausch zurück, der vom Jod gefärbt wird. Doch muss die aktive + Elektrode aus Platin sein um eine metallische Ionisation zu vermeiden. Im allgemeinen kann man bei dieser Durchdringung sagen, dass sie immer stattfindet, ob es sich um eine entzündete oder ganggränöse Pulpa handelt. Wir haben nur verschiedene elektrische Widerstände beobachtet, die meist durch die Erhöhung der Strom-Intensität behoben werden können.

In gewissen Fällen hatten wir Stromstärken von 2 bis 3 Milliampère, die trotz der Erhöhung der Spannung nicht höher gingen. Dieser Widerstand ist in Beziehung mit der Austrocknung der Gewebe zu stellen, wenn das Experiment viel später als die Extraktion vorgenommen wurde. Die Jontophorese gestattet also besser als jede andere

Methode in unzugänglichen und gekrümmten Wurzelkanälen den Apex zu erreichen.

Wir müssen aber folgende Arten von Ionen unterscheiden:

1. Ionen, die mit den halogenen Salzen des Organismus Moleküle bilden, wie z. B. das Silberion, welches eine Durchdringung unmöglich macht, weil es sich als unlösliches Chlorsilber niederschlägt.

2. Ionen, die vorhandene Albuminoïde coagulieren. Diese sind hauptsächlich das Zink und Eisen.

Ausser diesen sehr wenig brauchbaren Ionen müssen wir noch die positiven und negativen Ionen unterscheiden. Die positiven Ionen führen die Elektrosmose herbei, d. h. Transport von Lösungsmolekülen: Wasser. Die positive Jontophorese führt also eine Entziehung von Wasser und damit eine grosse Erhöhung des Widerstandes herbei. Dies in so hohem Masse, dass der Strom bis zu Intensitäten herunter sinkt, welche die Ionendurchdringung nicht mehr bewerkstelligen können und eine Applikation von langer Dauer beanspruchen.

Die negativen Ionen sind von einer Elektroexosmose begleitet, für dessen Durchdringung es keine Schwierigkeit gibt.

B e r n a r d beschäftigt sich in seiner Arbeit noch mit den pharmakodynamischen Eigenschaften der Ionen und im besonderen der J3-Ionen. In der Jontophorese hat das Jod seinen besonderen Wert in Form des I3-Ion der Jod-Jodkalilösung, denn wir haben zu gleicher Zeit Transport von einem negativen J-Ion und von zwei Atomen (J2). Mit dem J3-Ion wird eine doppelte Wirkung hervorgerufen: eine antiseptische von J2 und eine lymphogene von J-. In den infizierten Herden werden Bakterien zerstört und diese Wirkung durch einsetzende Phagozytose erhöht.

Eine andere nicht weniger wichtige Eigenschaft des Jods liegt in seinen Eigenschaften zu entfärben und so bekommt ein Zahn, dessen Dentin durch organische Ueberreste gefärbt ist, seine Normalfärbung nach einer Jontophoresenapplikation mit I3-Ionen. Die 300 Versuche von C r a n e und die 2500 Kulturen von R h e i n haben die bakterientötende Wirkung der Jod-Jodkalilösungen, die sie als elektrolytisch

bezeichnen, bewiesen. Johnston hat mit dem I3-Ion zahlreiche Fälle von infizierten Kanälen und selbst Fisteln behandelt und nur 8 von 400 hätten der ersten Behandlung standgehalten.

Von diesen letzten 8 Fällen seien 3 bei der zweiten Applikation ausgeheilt.

Bei den anderen 5 Fällen seien die Wurzelkanäle mit dem Sinus in Verbindung gestanden. Durch diese Resultate ermutigt, versuchte der Autor denselben Versuch bei einem periapikalen Abszess, der in völlig akutem Stadium sich befand. Der Zahn wurde trepaniert, mit I3-Ionen behandelt und verschlossen. Nach 7 Stunden war der Schmerz vollständig verschwunden und am nächsten Morgen die Schwellung. Eine erhöhte Druckempfindlichkeit in der Abszessgegend blieb 24 Stunden länger noch bestehen.

B. 3. Die Jontophorese und ihre Anwendung.

Die Jontophorese in der Zahnheilkunde besteht also in einer medikamentösen Ionendurchdringung des Wurzelkanals. Diese soll es gestatten, alle radikulären und periapikalen Herde, soweit sie nicht zu grossen Umfang genommen haben und vor allem solche, welche wegen ihrer mechanischen Unzugänglichkeit bisher als unheilbar gelten mussten zur Ausheilung zu bringen.

Die moderne Behandlungsmassnahme durch Diathermo-Coagulation kann dagegen nach den neuesten Feststellungen nur angewandt werden bei Fällen, wo die Wurzelkanäle zugänglich sind. Um einen sicheren Erfolg mit der Jontophorese zu erzielen, muss man sich streng an die von Bernard aufgestellten Grundsätze halten und zwar sowohl bezüglich der Apparatur, als auch der Technik und der Ionenlösung. Denn jede Modifikation kann nur Misserfolge hervorrufen.

Ebenfalls sind die Einwände, die man bis jetzt der Jontophorese zur Last gelegt hat, bei der Behandlung der Pyorrhoe und der Dentinanalgesie in Wirklichkeit andern elektrischen Phenomenen zuzuschreiben, wie z. B. Galvanisation, Elektrolyse, Ionisation, welche oft fälschlicherweise als Jontophorese bezeichnet wurden.

Indikation für die Anwendung der Jontophorese.

Bernard gibt folgende Indikationen für die Anwendung der Jontophorese an:

1. Behandlung unzugänglicher infizierter Wurzelkanäle.

2. Die Behandlung folgender periapikaler Komplikationen, seien sie infiziert oder nicht, der ein- und mehrwurzelige Zähne (chronische Periodontitiden: Granulome, kleine Cysten, Fisteln etc.).

Die Gegenindikationen sind Läsionen, die nicht ausschliesslich apikalwärts gelegen sind: grosse Cysten, deren Volumen die Grösse einer Haselnuss erreicht und ebenfalls die Pyorrhoe, welche verschiedenartige therapeutische Behandlungen beansprucht.

Die Periodontitis ohne Abszedierung wird in doppelter Weise von der Jontophorese beeinflusst:

1. durch die sofort eintretende Schmerzlinderung, die der Schwellstrom erzeugt, und

2. durch die unmittelbare Uebertragung der I3-Ionen in die periapikale Zone, durch welche die Ausheilung beschleunigt wird.

Apparatur.

Bernard verwendet zur Ausführung der Jontophorese eine sehr reine Ionenlösung, die in Ampullen aufbewahrt wird und den in allen Staaten Europas patentierten Apparat Ionophor, an den eine Elektrode, angeschlossen wird. Diese Elektrode gestattet es, die Applikation in einer sehr kurzen Zeitspanne auszuführen, nach der neuesten Technik sogar bei geschlossenem Munde.

Die Technik der Jontophorese und ihre Anwendung in der Zahnheilkunde erheischt eine Stromquelle. Die Verwendung gewöhnlicher Gleichstrom-Stromquellen wie z. B. der Batterien und der Akkumulatoren die in der allgemeinen Galvanotherapie und bei Anwendung auf breiter Basis « Epidermis und Mukosa im Verhältnis von ½ Milliampère auf 1 Quadratzentimeter » « ohne Vorbehalt » verwendet werden können, ist für die Jontophorese in der Zahnheilkunde wenig geeignet. Denn zur Ionendurchdringung (Ionen-

wanderung) der Wurzelkanäle muss die elektrische Intensität bei dem foramen apicale eine beträchtliche sein; diese elektrische Intensität am foramen apicale soll etwa 3 bis 5 Milliampère pro ½ oder ¼ Quadratmillimeter betragen, was von 600- 2000 Milliampère pro Quadratzentimeter entspricht. Solche Intensitäten müssten vom Patienten als schmerzhaft empfunden werden, wenn sie ohne Unterschied Anwendung fänden. Vor allem aber ist der Strom von Akkumulatoren gleichgerichtet und deshalb unerträglicher für den Patienten, als eine galvanofaradische Association. Ferner würden noch die Schaltsysteme, die sich auf dem Stromkreis des Patienten selbst befinden, die Toleranz des Kranken reduzieren, wegen der schmerzhaften Stösse, die sie hervorrufen. Aus solchen Gründen wurde schon vor Einführung der Jontophorese von der Anwendung des Gleichstroms Abstand genommen und dann scheiterten seit 50 Jahren alle Versuche, den Gleichstrom für die Wurzelbehandlung nutzbar zu machen.

Erst durch die Konstruktion des Ionophor hat B e r n a r d die Ausführung der Jontophorese auch dem allgemeinen Praktiker möglich gemacht.

Der Apparat kann an die in der Industrie weitverbreiteten Kontakte angeschlossen werden und ist auf den modernsten wissenschaftlichen Prinzipien aufgebaut. Der Ionophor nach B e r n a r d erzeugt nicht galvanischen Strom, sondern galvano-sinusoïdalen (pulsierenden Schwellstrom) von gleicher Richtung. Die Schwingungsfrequenz und ihre Amplitude dieses galvano-sinusoïdalen Stromes besitzt folgende besonderen Eigenschaften:

1. Die Schwingungen sind automatisch von tetanus ähnlicher Frequenz. Durch Erzeugung genügender Ionenwanderung in den Nervengeweben rufen sie eine progressive Analgesie hervor, welche die Toleranz des Patienten erhöht.

2. Die Amplitude dieser Schwingungen wird so eingestellt, dass keine schmerzhafte faradische Excitation erzeugt wird.

Um dem Patienten jeden schmerzhaften Stromstoss zu ersparen ist bei diesem Apparat (im Gegensatz zu allen anderen Apparaturen dieser Art) keine Regulierungsvorrichtung auf dem Stromkreis, der in Anwendung kommt, notwendig. Dies ist ein besonderer Vorteil, denn gerade in der Bedie-

nung an der Regulierungsvorrichtung ist hauptsachlich bisher die allgemeine Einführung der Galvanotherapie gescheitert.

Das Schalten durch einen unabhängigen Stromkreis von grossem Widerstand macht die Progression des Stromes sehr geschmeidig, schützt vor brutalen Entladungen der Kapazitäten und stellt so die wesentlichen Elemente des Patentes dar. Der Ionophor kann an Wechselspannung von 110 Volt oder 220 Volt unmittelbar und an Gleichspannung unter Zwischenschaltung eines Spezialumformers angeschlossen werden. Er besitzt zwei Messinstrumente, wovon das eine die Stromstärke, das andere die Zeit angibt. Diese Messungen sind für die zweckmässige und wirksame Dosierung unumgänglich notwendig.

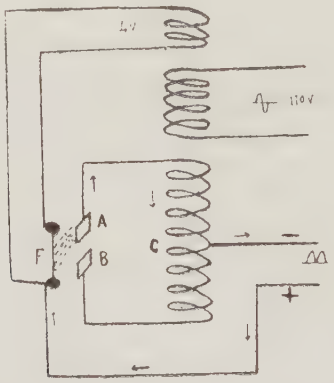
Besonders wäre also bei der Apparatur zu beachten:

1. **Das Schaltsystem**, wobei der obere Rheostat den Zweck hat anzuzeigen, wenn die Stromstärke von 0 auf ½ Milliampère gebracht wird (Adaptionsrheostat). Der untere Rheostat soll dagegen eine progressive Stromstärke angeben von über ½ Milliampère. Diese Rheostaten sind auf den thermionischen Phenomen (Edison) aufgebaut und beruhen auf der Tatsache, dass der Elektronenstrom zwischen Platte und Draht von der Temperatur des Drahtes abhängt, d. h. von der Stromstärke, die diesen Draht speist. Der erstere weist einen grossen Widerstand, der zweite einen geringeren auf, weil die Erwärmung des Drahtes umgekehrt proportional zum Widerstand ist. Man erhält also eine langsame Steigerung, was sehr wesentlich ist, damit der Patient grössere Stromstärken ertragen kann. Es ist auch in Betracht zu ziehen, dass die Stromquelle, an die der Apparat angeschlossen wird, starke Spannungsunterschiede verzeichnet, was dieses Schaltsystem umsomehr erforderlich macht.

2. **Der Spezialumformer** der für den Strom in Anwendung kommt, ist durch die technischen Fortschritte der Neuzeit stark verbessert worden. Wir erhalten einen schwachwellenförmigen Gleichstrom und die Schwingungsfrequenz ist doppelt so gross wie die Frequenz des Wechselstromes von der Stromzentrale. Der primäre Stromkreis wird vom Sektor 110 V. gespeist. Ein sekundärer Stromkreis speist den Draht und auf diesem Stromkreis befinden sich die Schaltsysteme für die Speisung des Drahtes. Ein weite-

rer sekundarer Stromkreis gibt die Spannungen an; die abwechselnd auf den verschiedenen Platten ausgelöst werden und die eigentlich beim Patienten zur Anwendung gelangen.

Siehe Fig. IV.



Weil die Amplitude dieser Schwingungen sehr gross ist, wird ein Filtersystem angewandt in Form eines Kondensators, der die Spannung stabilisieren soll. Aber weil Kondensatoren von solchen Kapazitäten eine Gefahr darstellen, wenn z. B. der Stromkreis durch einen falschen Kontakt unterbrochen wird und die Entladung dann sehr heftig und schmerzhaft wäre, so wurde ein Widerstand dazwischengeschaltet.

Durch dieses Spezialsystem des Umformers ist der Strom also nicht streng gleichgerichtet, sondern immer schwachwellenförmig, mit einer Schwingungsfrequenz von 100 Perioden und ihre Amplitude ist sehr gering.

ALLGEMEINE TECHNIK

(Anwendungs-Technik der Jontophorese.)

1. Die Vorbehandlung der Kavität.

Ist keine Karies vorhanden, so muss man den Zahn auf dem kürzesten Wege trepanieren und einen möglichst weiten Zugang zur Pulpenkammer schaffen. Ist eine Kavität vorhanden, so wird sie nach vorheriger gründlicher Entfernung aller kariösen Massen zur Eröffnung der Pulpenkammer verwendet.

Bei ausgedehnter Kavität, besonders wenn sie mit dem Zahnfleisch in Verbindung steht, muss vor Ausführung der Jontophorese die Krone unbedingt soweit durch Neufüllung aufgebaut werden, dass eine gute Trockenhaltung des Wurzelkanals möglich ist. Dieser Wiederaufbau geschieht durch Guttapercha oder Wachs, in ungünstigen Fällen durch Zinkoxyd-Eugenol oder durch Zement. Metalle können natürlich wegen ihrer Leitfähigkeit nicht Verwendung finden, sie müssen im Gegenteil vorher restlos entfernt werden.

Das Anlegen von Kofferdamm muss für einen gewissenhaften Praktiker als die Idealmethode gelten.

A. Bei einwurzeligen Zähnen.

Wenn der Wurzelkanal nicht gut durchgängig ist, wird er zweckmässiger Weise ¾ seiner Länge erweitert. Diese Erweiterung muss jedoch **mechanisch** erfolgen. Eine chemische Erweiterung kann für die Ausführung der Jontophorese schädliche Nebenwirkungen (Ionenparasiten) erzeugen und muss daher unbedingt unterbleiben. Vor allem darf bei der Erweiterung das Foramen apicale **nicht** erreicht werden. Denn ein Trauma an der Wurzelspitze ruft oft schmerzhafte Reaktionen in den folgenden 24 Stunden hervor. Soweit diese Reaktion nur traumatischen, nicht infektiösen Ursprungs ist, kann sie durch die Jontophorese nicht beseitigt werden.

Ferner dürfen, wie oben erwähnt, um auch weiterhin schädliche Nebenwirkungen zu vermeiden, in der Pulpenkammer und in den Wurzelkanälen auch nicht die geringsten Spuren von Medikamenten (speziell Formol) zurückgelassen werden; solche Reste können schmerzhafte medikamentöse Reizungen nach Verabfolgung der Jontophorese verursachen.

Die Erweiterung des Kanals soll eine möglichst tiefe Einführung eines mit Jod-Jodkali (J_3 K) Lösung getränkten Wattebausches ermöglichen. Dieser Wattebausch wird so tief wie möglich eingeführt, damit sich die Ionendurchdringung umso rascher vollziehen kann.

B. Bei mehrwurzeligen Zähnen.

Der Eingang der zugänglichen Kanäle wird so gut wie möglich gereinigt. Nach Auswaschen mit Aqua destillata zur Verminderung der Ionenkonzentration in dem Zahngewebe, wird die Kavität gut ausgetrocknet.

Die Jod-Jodkalilösung darf weder mit Alkohol noch mit $H_2 O_2$ in Berührung kommen.

2. Das Anlegen der indifferenten oder passiven Elektrode (Ausgangselektrode).

Die passive Elektrode ist mit dem positiven (roten) Pol des Ionophors verbunden. Sie besteht aus einem mit Kochsalzlösung getränkten Tuch, das um den Unterarm des Patienten gelegt wird. (Der Patient fühlt während der Jontophorese ein leichtes Kribbeln an dieser Elektrode, was auf den unvollkommenen Kontakt derselben mit der Haut hinweist. Entweder liegt in diesem Falle die Elektrode mit den Kanten zu stark auf oder das Tuch ist zu trocken und muss stärker angefeuchtet werden.)

3. Das Anlegen der aktiven Elektrode (Eingangselektrode).

Diese Elektrode ist mit dem negativen Pol des Ionophors verbunden (schwarz). Das Ende dieser Elektrode wird in der Kavität mit dem Wattebausch in Kontakt gebracht. Der Ueberschuss an Jod-Jodkalilösung wird, wie oben erwähnt, mit Watte aufgesaugt und die Zahnkrone sorgfältig getrocknet, um eine Ablenkung des Stromes zum Zahnfleisch zu vermeiden. Eine Spezialvorrichtung fixiert die Elektrode an der Stelle der Applikation. Das Festhalten durch den Arzt ist jedoch vorzuziehen, weil dadurch die Ueberwachung besser gesichert ist und der Patient nicht durch irgend welche Bewegung einen falschen Kontakt hervorrufen kann. Legt man die Elektrode nur oberflächlich auf den Wattebausch, so entsteht eine polarisierende Elektrolyse nur an dieser Elektrode selbst. Das behindert jedoch die Jontophorese, die

sich am andern Ende der Watte apikalwärts, d. h. in der Interpolarzone vollzieht, nicht.

Man soll aber niemals eine Sonde oder Nervnadel, die mit dem Wattebausch umgeben ist, verwenden. Diese Technik wäre vielleicht leichter, aber ganz unlogisch, denn:

1. die Quantität der Ionen wird dadurch geringer als bei der gewöhnlichen Technik;

2. es erfolgt durch das elektrische Leitungsvermögen des Metalls nur am Ende der Nadel bezw. des Wattebausches eine Wanderung der I3-Ionen. Dann entstehen O-H-Ionen, die sich aus der Elektrolyse ergeben (diese O-H-Ionen sind sehr ätzend). Die Entfärbung des Wattebausches beruht auf der chemischen Reaktion der O-H-Ionen auf das Jod.

4. Nachteile der gewöhnlichen Elektrode und Vorteile der Elektrode von Bernard.

Die Hauptschwierigkeit in der Jontophorese besteht in der Isolierung der Zahnkavität. Bis vor kurzem musste der Praktiker aufmerksam seine Elektrode im Zahn überwachen. Wenn diese Elektrode durch eine Sperrvorrichtung oder Klemme an Ort und Stelle belassen werden konnte, musste man trotzdem die unfreiwilligen Bewegungen des Patienten befürchten. Durch die polarisierende Elektrolyse wird ausserdem Schaum erzeugt, der eine Ablenkung des Stromes zum Zahnfleisch hervorrufen kann.

Bernard hat, um diese Nachteile und Gefahren auszuschalten, seine Elektrode neuerdings verändert, was einen Fortschritt in der Technik der Jontophorese darstellt. Diese Elektrode kann in die Kavität zementiert werden, was bei der gewöhnlichen nicht der Fall ist und lässt die überschüssigen Gase ebenso wie den Schaum durch ein Spezialröhrchen ableiten. Dadurch wird der Ueberdruck, welcher unter dem Zement die organischen Ueberreste und die elektrolytischen Produkte gegen das apikale Grenzgebiet presst, abgeleitet. Weil durch diese Neuerung die Kavität ein abgeschlossenes Ganzes bildet, kann man nicht mehr von Fällen sprechen, die ungeeignet sind für die Jontophorese und die Aufmerksamkeit des Praktikers, ob diese Elektrode während der Applikation richtig anliegt, ist nicht mehr notwendig. Diese Elektrode enthält einen Leitungsdraht, der an einem Halter befestigt wird und einen feinen Schlauch, durch den die

Gase und Flüssigkeiten bei Ueberdruck entweichen können. Ist die Elektrode mit Zement befestigt, so muss man seine Abbindung und Trocknung abwarten.

Noch schneller geht die Operation mit Klebwachs. Man braucht um die Elektrode nur erweichtes Wachs zu legen und dieses mit der Elektrode anzuschmelzen. Der Patient kann dann auf den Ueberschuss des Wachses aufbeissen und erträgt so erfahrungsgemäss grössere Stromintensitäten.

5. Die eigentliche Jontophorese.

Sind die zwei Elektroden an Ort und Stelle, so muss man nachprüfen, ob beide Drehköpfe des Ionophors auf O stehen. Der Strom wird durch Druck auf den unter dem zweiten Rheostat angebrachten Metallknopf gleichzeitig mit Lichtsignal über den beiden Messinstrumenten eingeschaltet. Zur Regulierung des Adaptionswiderstandes dient der obere Drehkopf. Dieser darf nur langsam soweit nach rechts gedreht werden, bis der Patient den Eindruck hat, dass man einen Druck auf seinen Zahn ausübt, was er durch eine leichte Abwehrbewegung kundgibt. Dieser Eindruck dauert nur einige Sekunden an und wird wahrgenommen bei einer Intensität von ½ bis 1 Milliampère. Von da ab soll langsam der Strom durch Regulierung am zweiten Rheostat erhöht werden. Sooft der Kranke ein Druckgefühl empfindet, muss die Erhöhung der Stromintensität für einige Sekunden unterbrochen werden. Dieses Gefühl des Patienten tritt etwa 2 bis 3 Sekunden nach Steigerung der Stromintensität auf, hält aber nicht länger als 4 bis 5 Sekunden an.

So erreicht man beim Patienten die Toleranzgrenze, die meist bei 3, 4 und 5 Milliampère liegt, nach kaum 30 bis 40 Sekunden. (Die Toleranzgrenze liegt oft höher. Es ist etwa empfehlenswert mit der Steigerung der Intensität aufzuhören, wenn die Druckempfindung mehr als 10 Sekunden anhält.

Anmerkung: Im Verlaufe der Applikation zeigt der Patient durch ein « Stirnrunzeln » oder durch Reflexe der Augenlider an, dass ein neues Phenomen eingetreten ist. Die Nadel des Milliampèremeters zeigt **gleichzeitig** eine plötzliche Erhöhung des durchfliessenden Stromes an. Die Ursache für diese Aeusserungen des Patienten, die von den vorherbeschriebenen leichten Abwehrbewegungen deutlich verschieden ist, liegt in einer Ablenkung des Stromes auf das

Zahnfleisch, wodurch ein stechendes Gefühl am Zahnfleisch ausgelöst wird. Diese Ablenkung des Stromes wird durch Speichelzutritt oder durch Ueberschuss an Ionenflüssigkeit hervorgerufen. In solchen Fällen genügt es, die Krone und den Eingang der Kavität zu trocknen: dadurch wird die Stromableitung nach dem Zahnfleisch beseitigt und das stechende Gefühl am Zahnfleisch verschwindet.

Während der weiteren Applikation darf der obere Drehknopf nicht mehr berührt werden.

6. Die Applikationsdauer.

Die Zeitdauer hängt von der Stromstärke ab:

Sie beträgt:

6	Min.	für	2	Milliampère	(6	×	2	=	12	M. a. m.)
4	»	»	3	»	(4	×	3	=	12	»)
3	»	»	4	»	(3	×	4	=	12	»)
2½	»	»	5	»	(2½	×	5	=	12½	»)

das bedeutet einen Durchschnitt von 12 Milliampèreminuten (M. a. m.).

Diese elektrische Quantität reicht dazu aus, dass alle J3-Ionen aus dem Wattebausch entschwinden und dieser völlig entfärbt aus der Kavität entfernt werden kann.

Die Applikationsdauer ist abhängig von der Quantität der Ionen, d. h. von ihrer Konzentration und von der Grösse des Wattebausches. So entfärbt sich ein stark durchtränkter Wattebausch nach und nach von der Elektrode zentrifugal. Dass sich dieser Vorgang nicht so rasch abwickelt, ist nur scheinbar, denn der Vorgang der Durchdringung der periapikalen Zone spielt sich in Wirklichkeit immer gleich rasch ab. Die Applikationsdauer wird mit zunehmender Stromstärke kürzer und verkürzt sich daher bei grösserer Toleranz des Patienten und umgekehrt.

Bis vor kurzer Zeit sollte man 12 bis 15 Milliampèreminuten (M. a. m.) pro Applikation nicht überschreiten. Jetzt gestatten aber J3-Lösungen von doppelter und dreifacher Ionenkonzentration dementsprechende Applikationsdauer von 24, 30, 36, 45 M. a. m., ohne dass ein Wechsel des Wattebausches nötig ist. Dadurch braucht die Applikation während einer Sitzung nicht mehr unterbrochen zu werden.

Diese Einschätzung von 36 bis 45 M. a. m. ist willkürlich. Sie entspricht einem Wattebausch von mittlerer Grösse; mit einem entsprechend grösseren Wattebausch, der selbstver-

ständlich mehr Ionen enthält, kann man längere Applikationen ausführen, ohne dass er ganz entfärbt ist, d. h. von Ionen erschöpft ist (bis zu 60 M. a. m., wenn man es für nötig erachtet).

Die Ampullen enthalten eine grössere Quantität J3-Lösung, als man für die Jontophorese braucht. Der Inhalt einer geöffneten Ampulle behält einige Stunden seine Ionenkonzentration bei.

7. Anweisung zur Ausschaltung des Jonophor's.

Der Stromkontakt soll nie unterbrochen werden, weder im Verlaufe noch am Ende der Jontophorese selbst. Wenn die aktive Elektrode von dem Wattebausch plötzlich entfernt wird, würde diese schroffe Unterbrechung des Stromes eine schmerzhafte Empfindung beim Patienten hervorrufen; auch könnten durch Berührung der Wange oder der Lippen des Patienten mit der Elektrode Schmerzen erzeugt werden.

Zur Unterbrechung des Stromes müssen deshalb stets die Drehknöpfe auf ihrem Ausgangspunkt, d. h. auf O zurückgestellt werden. Dann wird durch Druck auf den Metallknopf der Strom ausgeschaltet, was an dem Erlöschen des Lichtsignals kontrollierbar ist und erst jetzt werden die Elektroden entfernt.

8. Anwendungstechnik bei mehrfachen Applikationen von Jontophorese.

In derselben Sitzung kann man zwei, selbst drei Applikationen ausführen. Der entfärbte Wattebausch muss nach jeder Applikation ausgewechselt werden, da er wegen seines Gehaltes an O-H-Ionen nicht mehr verwendungsfähig ist.

Während den folgenden Applikationen wird die Toleranz beim Patienten gewöhnlich dank der analgetischen Wirkung der ersten Applikation oft bis zum doppelten gesteigert. Wenn z. B. bei der ersten Applikation die Toleranzgrenze 2 Milliampère in 30 Sekunden beträgt, so können diese 2 Milliampère bei der zweiten Sitzung in 10 Sekunden erreicht werden und man kann oft bis 3½ und selbst 4 Milliampère steigern.

9. Das Verhalten zwischen den einzelnen Applikationen.

Nach der ersten Sitzung in der zwei bis drei Applikationen verabfolgt werden, spürt der Patient oft schon eine Erleichterung der spontanen, heftigen Schmerzen.

Zischen den einzelnen Sitzungen ist eine Einlage eines Wattebausches mit Citrogenol empfehlenswert und der Rest der Kavität wird mittels Zinkoxyd oder provisorischem Zement verschlossen.

In 50 % der behandelten Fälle tritt 4 bis 24 Stunden nach der ersten Sitzung ein leichtes Oedem, mitunter sogar ein Abszess auf. Diese Erscheinungen sind ein Zeichen der Wirksamkeit der Behandlung (Abwehrreaktion durch Leukocytenansammlung).

Eine zweite Sitzung im Abstand von 4 bis 8 Tagen nach der ersten Sitzung ist meistens notwendig und steigert die Wirksamkeit. Wenn nämlich vor der zweiten Sitzung nur eine geringe Besserung der Symptome eingetreten ist, wird meist eine dritte Sitzung notwendig. Eine vierte Wiederholung der Applikation ist selten nötig.

10. Spezialtechnik bei Fisteln.

Trotz Beseitigung des apikalen Herdes nimmt die Ausheilung der Fistelöffnungen und Fistelgänge oft längere Zeit in Anspruch. Zu ihrer Beschleunigung soll in der zweiten Sitzung der positive Pol nicht mehr an der Elektrode am Arm befestigt werden, sondern an einem isolierten Draht, dessen Ende frei liegt. Dieses Ende wird in das Fistelmaul eingeführt. Dadurch wird erreicht, dass am Ende des Drahtes Kupferionen in den Fistelgang eindringen und dessen Ausheilung begünstigen.

11. Wurzelfüllung.

An die letzte Sitzung schliesst sich die Wurzelfüllung der Kanäle an. Bernard empfiehlt dafür eine Paste aus Citrogenol und Zinkoxyd.

Das Citrogenol ist ein Dauerantiseptikum und zugleich ein Beruhigungsmittel wie seine Verwendung beim übersensiblen Dentin gezeigt hat.

Ich ziehe die Walkhoff'sche Wurzelfüllung (Jodoform, Chlorphenol-Kampfer-Menthol) wegen ihrer nachhaltigen, antiseptischen Wirkung bei infizierten Kanälen im Prämolaren und Molarenbereiche vor.

Formolderivate erzeugen leicht Reizungen und selbst Recidive und verwirren deshalb häufig das Urteil des Praktikers gegenüber der Jontophorese.

Praktische Beispiele von der Anwendung der Jontophorese.

1. **Fall.** Frisch infizierter Wurzelkanal ohne bemerkenswerte apikale Reaktion:

   In diesem Falle ist die Toleranz gewöhnlich schwach: 1½ Milliampère, denn die periapikalen Gewebe reagieren auf die geringste Reizung. Da die Infektion nicht ausgedehnt ist, genügt im allgemeinen eine Applikation von 10 Milliampèreminuten, vorausgesetzt, dass der Kanal zugängig ist. Bei Unzugänglichkeit des Kanals sind etwa 15 Milliampèreminuten nötig.

2. **Fall.** — Mehrwurzelige Zähne, deren eine Wurzel noch vitales Pulpengewebe enthält:

   Trotz der Vitalität kann auch dieser Wurzelkanal infiziert sein (pulpitis acuta). Unter Infiltrationsanaesthesie wird in solchem Falle eine normale Applikation durchgeführt. Danach wird dieser Kanal so gut wie möglich geschlossen, hauptsächlich an seiner Eingangsstelle. Im weiteren Verlaufe der Sitzung werden nur die infizierten Kanäle mit abgestorbener Pulpa behandelt.

   1. Sitzung: 30—40 Milliampèreminuten.

   2. Sitzung: 30—40 M. a. m. 3—6 Tage Abstand.

3. **Fall.** — Mehrwurzelige Zähne, wovon nur ein Wurzelkanal zugänglich ist:

   In diesem Falle ist es nicht nötig jeden Kanal einzeln zu behandeln. Man verfährt, als ob kein Kanal zugänglich wäre, d. h. ein 13-Wattekügelchen wird in die Pulpenkammer gelegt und dorthin die Elektrode eingeführt.

4. **Fall.** Hypersensibilität der Apikalgegend bei geringer Stromstärke. (Toleranz liegt unter 1 Milliampère.)

   Entweder handelt es sich um eine gesunde periapikale Zone oder um einen vorher festgestellten entzündlichen Prozess; in diesen Fällen gelangt man durch eine Injektion auf eine Stromstärke von 1 bis 5 Milliampère.

   Bei gesundem Periapex genügen 10—15 M. a. m.

   Bei hypersensiblem Periapex genügen 20—30 M. a. m.

5. Fall. — Subakute schmerzhafte Periodontitis;

Für die Applikation selbst ist nichts Spezielles zu verzeichnen, aber ihr Resultat ist höchst interessant. Unmittelbares Verschwinden des Schmerzes durch Elektroanalgesie des Schwellstromes.

6. Fall. — Nachbarzähne, bei denen apikale Herde vorhanden sind;

Wegen den häufig in diesen Fällen auftretenden Verbindungsmöglichkeiten der Herde werden beide Zähne individuell während derselben Sitzung behandelt.

7. Fall. — Zahn mit Perforation der Pulpenkammer;

Bevor man Jontophorese anwendet, mit Paste oder Zement, die Perforation verschliessen.

8. Fall. — Zähne jugendlicher Patienten mit weitem Kanal und weitem foramen apicale;

Nach einer Ionenapplikation kann man sofort den Kanal mit Wurzelfüllung verschliessen. Es ist darauf zu achten, den Kanal gut auszutrocknen und dicht zu füllen.

9. Fall. — Zähne, die mittels Formol, oder anderen Medikamenten schon vorbehandelt sind;

Die medikamentöse Behandlung soll abgebrochen und die Kavität sorgfältig ausgewaschen werden. Die Kavität wird 3—4 Tage lang nur mit einem Wattebausch verschlossen, damit die für die Jontophorese schädlichen medikamentösen Gase entweichen können.

10. Fall. — Eiterausfluss aus dem Wurzelkanal;

Wenn eine Fistel vorhanden ist, soll nach der ersten Sitzung nur ein mit Citrogenol getränkter Wattebausch ohne provisorischen Verschluss eingelegt werden. Nach der zweiten Sitzung ist wie gewöhnlich die Wurzel zu verschliessen.

11. Fall. — Fisteln, die mittels der gewöhnlichen Jontophoresenapplikation nicht sofort zur Ausheilung gelangen;

Es kann sich um einen kleineren Herd handeln, der sich auf dem Fistelweg oder am Fistelausgang

befindet. Statt die indifferente Elektrode mit dem Unterarm zu verbinden, führt man sie als Kupferelektrode in den Eingang des Fistelkanals ein. Es findet eine Ionisation und Jontophorese des Kupfers in die Fistel gleichzeitig mit der Jontophorese der J3-Ionen in den Kanal statt. Die Vernarbung der Fistel vollzieht sich ziemlich rasch (der Eiter, der sich während dieser Zeit entleert, ist grün gefärbt).

Eigene Fälle.

Obwohl ich die Jontophorese erst seit einem Jahre anwende und röntgenologisch nicht in der Lage bin zu behaupten, eine Regenerierung des Knochengewebes als restitutio ad integrum feststellen zu können, so mögen trotzdem die mehr als 20 behandelten Fälle, wovon 90% zur völligen Reaktionslosigkeit und klinisch einwandfreien Besserung führten, als beweiskräftig in folgendem teilweise beschrieben werden.

1. Fall. — Herr Sch. Erste Konsultation 4. 12. 1931.

Anamnese: Patient klagt über spontan auftretende Schmerzen in der Gegend der beiden Prämolaren links oben. Besondere Reaktionen auf Temperaturunterschiede oder Belastung treten nicht auf. Auch weitere besondere Symptome sind vom Patienten nicht bemerkt worden.

Klinischer Befund: + 4 Infizierter Wurzelkanal ohne jede Reaktion weder auf Temperaturunterschiede noch auf Perkussion. Leichte Rötung und Schwellung der periapikalen Gegend. Das Zahnfleisch ist an dieser Stelle druckempfindlicher.

Röntgenologisch: Starke Aufhellung des Periapex.
+ 5. Reaktionslos und frei von Symptomen. Ausgewaschene Amalgamfüllung, die später ohne Wurzelbehandlung erneuert wurde, weil früher nach Aussagen des Patienten eine Amputation ausgeführt worden war.

Diagnose: + 4. Periodontitis granulomatosa chronica mit zeitweisen akuten Symptomen.

Therapie: + 4. Ausräumung der zerfallenen Pulpa, Watteeinlage von Citrogenol getränkt. Die Symptome blei-

ben die gleichen und erfahren erst eine Veränderung bei der zweiten Konsultation nach einer Jontophoresenapplikation von 40 Milliampèreminuten. Verschwinden des Schmerzes der Druckempfindlichkeit in der apikalen Zahnfleischgegend. Weil die Kanäle nicht tief sondierbar waren, konnten sie nach einer weiteren Jontophoresenapplikation von 30 M. a. m. nur um ⅔ ihrer Länge mit Walkhoff'scher Wurzelfüllungspaste gefüllt werden. Der Patient hat seither nicht die geringsten Beschwerden mehr gehabt.

Röntgenaufnahme vom 15. Februar: Aufhellung noch vorhanden, aber geringer. Der Zahn ist völlig reaktionslos.

2. Fall. — Frl. Sp., 16 Jahre alt.

Anamnese: Patient klagt über Druckempfindlichkeit und Schmerz am mittleren Schneidezahn links oben. Die Beschwerden hatten sich plötzlich verschlimmert.

Klinischer Befund: Leichte Rötung des Zahnfleisches, keine Auftreibung oder Schwellung, aber Druckempfindlichkeit. Synthetikfüllung. Vitalität des Zahnes fehlt. Zahnfarbe ein wenig verdunkelt. Schmerz beim Beklopfen.

Diagnose: Akute Periodontitis, durch vorhergehenden Pulpazerfall (Kolliguationsnekrose, Aschertod).

Röntgenbild: Aufhellung am Apex des Incisivus.

Therapie: Erste Sitzung. — Nach der Trepanation fliesst durch die Kavität gelbgrünlicher Eiter ab. Wegen der akuten starken Erscheinung wird keine Jontophoresenapplikation ausgeführt.

Zweite Sitzung 5. 12. 31. — Akute Erscheinungen sind verschwunden, nicht aber die eitrig sezernierenden, Jontophoresenapplikation 30 M. a. m. mit darauffolgender Citrogenoleinlage.

Dritte Sitzung 11. 12. 31. — Keine eitrige Sekretion mehr, sondern geringe, klarflüssige seröse Sekretion. Nochmalige Jontophoresenapplikation von 30 M. a. m.; Patient erträgt bis 4 Milliampère, Citrogenoleinlage.

Vierte Sitzung. — Verschwinden jeglicher Sekretion. Die Zahnwurzel wird gefüllt mit Wallkhoff'scher Paste. Seither reaktionslos.

3. Fall. — H. M. 12. März 1932.

Anamnese: Patient klagt über öfters auftretende Schmerzen in der Gegend der oberen Prämolaren. Im Augenblick

der Behandlung hat der Patient starke Schmerzen. Der Zahn ist jedoch nicht druckempfindlich, noch sind Schmerzen auf Temperaturunterschiede bemerkbar.

Klinischer Befund: Weder Rötung noch Schwellung des Zahnfleisches. Geringe Empfindlichkeit beim Beklopfen, Karies 4. Grades.

Röntgenbefund: Apikale Aufhellung am Apex des ersten oberen Prämolaren.

Diagnose: Periodontitis granulamatosa mit akutem Nachschub.

Therapie: In einer einzigen Sitzung mit Jontophoresenapplikation von 30 M. a. m. war der Schmerz vollständig beseitigt. Patient ging auf Reisen und nachher befragt, bestätigt er, nicht mehr die geringsten Schmerzen zu haben.

4. Fall. — H. Dr. Z. 27. Februar 1932.

Anamnese: Patient klagt über eine von mir gemachte Wurzelfüllung eines unteren 2. Molaren, der eine Brücke trägt. Zeitweise Schmerzen beim Aufbeissen und auch Schmerzen ohne Druck.

Klinischer Befund: Medikamentöse Reizung durch die Wurzelfüllung. Es tritt keine Besserung ein nach Entfernen der Wurzelfüllung. Die mesialen Kanäle sind schwer sondierbar.

Therapie: Zwei Jontophoresenapplikationen.

9. 3. 1932:

1. 15 M. a. m.

2. 30 M. a. m. Wurzelfüllung 26. 3. 1932.

keinen Schmerz mehr, Druckempfindlichkeit behoben.

5. Fall. — Fr. Sp.

Anamnese: Patient klagt über Schmerzen am 2. Molar unten links, der jedoch klinisch symptomlos ist. Patient wünscht eine Goldkrone.

Klinischer Befund: Zahn ist tief kariös. Kanäle schwer sondierbar, doch keine periodontischen Symptome. Drüsenschwellung in der submaxillaren Gegend. Patient will nicht geröntgt werden.

Therapie: Zwei Jontophoresenapplikationen von je 20 M. a. m. 29. 4. 1932. Schmerz beseitigt. Drüsenschwellung stark reduziert.

6. Fall. — Frl. K.

Anamnese: Patient kommt am 20. 11. 1931 zur Zahnbehandlung und klagt über Schmerzen, die ihm der untere

2. Molar rechts — der eine Goldkrone trägt — bereitet. Zeitweise bemerkt der Patient Schwellung in der Zahnfleischgegend und Druckempfindlichkeit, selbst Lockerung des Zahnes

Klinischer Befund: Ziemlich starke Auftreibung des Knochens mit Schwellung doch wenig gerötet. Starke Lokkerung des Zahnes in der Alveole. Beim Entfernen der Krone schwer gangränöse Pulpa. Die Kanäle sind sondierbar.

Röntgenbefund: Ziemlich ausgedehnte Rarifikation des periapikalen Knochengewebes.

Diagnose: Chronische Periodontitis infolge Pulpengangrän, die von Zeit zu Zeit akute Erscheinungen verursacht.

Therapie: Da die Patientin sich weigert den Zahn ziehen zu lassen, obwohl ich sie auf die Aussichtslosigkeit der Behandlung aufmerksam mache, behandle ich die gangränöse Pulpa mit Hyperchlorit und Chloramin. Trotz mehreren Sitzungen verschwinden der Gangrängeruch und die weiteren Symptome nicht.

16. 12. 31. Ich versuchte als letzte Hoffnung eine Jontophoresenapplikation von 10 M. a. m. Die Patientin ertrug anfangs die Applikation sehr schlecht und klagte über Schmerzen bei der geringsten Erhöhung der Stromstärke.

21. 11. 31. Bei der nächstfolgenden Sitzung fliesst zwar aus dem distalen Wurzelkanal noch Eiter, doch Gangrängeruch, der oft sogar ausserhalb des Mundes wahrnehmbar war, ist nicht mehr so intensiv. Die Patientin erträgt auch die Stromstärke viel besser und ich konnte bis zu 3 Milliampère erhöhen, bei einer Applikationsdauer von 5 Minuten. Provisorischer Verschluss mit Citrogenol.

5. 12. 31. Eine weitere Untersuchung ergab eine Besserung und ein völliges Verschwinden des Foetor. Patientin erträgt 4½ Milliampère und eine Zeitdauer von 3 Minuten.

21. 12. 31. Zwei weitere Applikationen von 15 M. a. m. ergeben ein völliges Sistieren der Eiterung und zu gleicher Zeit ein entsprechendes Zurückgehen der Symptome. Völliges Verschwinden der Rötung, Knochen bleibt noch aufgetrieben, aber die Schwellung der Weichteile ist verschwunden. Wurzelfüllung nach Walkhoff. Krone.

15. 6. 32. Zahn wieder fest in der Alveole, ohne jedes klinisches Symptom; Völlig kaufähig und reaktionslos. Geringe Auftreibung.

7. Fall. — H. Ing. B.

Anamnese: Patient klagt über Schmerzen im Unterkiefer in der Gegend der Prämolaren unten links. Zeitweises Anschwellen der bukkalen Gegend des 2. unteren Prämolaren und der Gegend des fehlenden 6. —

Klinischer Befund: Auftreibung des Unterkiefers des bukkalen Zahnfleisches. Am hinteren Rand des Zahnfleisches besteht ein Fistelgang, der mit der Auftreibung in Verbindung steht und Eiter entleert, sobald man auf die Auftreibung drückt. 5 Karies. Vierter Grad.

Röntgenbefund: Starke Aufhellung des Periapex des 2. Prämolaren links unten.

Therapie: Erste Sitzung: Ausräumung der Kavität des tiefkariösen unteren 2. Prämolaren, der keine klinische Symptome zeigt. Citrogenoleinlage.

18. 3. 32:

Zweite Sitzung: Jontophoresenapplikation von 30 M. a. m. Indifferente Elektrode an der Hand, wenig Aussicht auf Erfolg. Incision des Patienten verweigert.

29. 3. 32:

Dritte Sitzung: An die indifferente Elektrode wird eine andere Kupferelektrode gelegt und so tief wie möglich in die Fistelöffnung eingeführt. Der Milliampèremeter ist unruhiger als gewöhnlich und die Intensität ist geringer. Patient fühlt angeblich leichtes Druckgefühl in der Abszessgegend bei der Applikation des Stromes.

1. 4. 32:

4. Sitzung: Starke Verminderung der Auftreibung. Patient erklärt, dass eine starke Eiterentleerung vorhanden war nach der ersten Jontophoresenapplikation. Weitere 30 M. a. m. und 35 M. a. m.

Fünfte Sitzung: Die Fistel hat aufgehört zu eitern starkes Zurückgehen der Auftreibung. Der Patient stellt täglich eine Besserung fest. Wurzelfüllung nach Walkhoff.

Patient kommt 14. 12. 32 wieder zur Untersuchung. Völlige Reaktionslosigkeit und Symptomlosigkeit des behandelten Zahnes.

8. Fall. — H. E. — Februar. —
Lateraler Schneidezahn rechts oben mit zerfallener Pulpa und leichten periodontischen Symptomen. Ausräumung des Kanals, Jontophoresenapplikation von 30 M. a. m. und sofortige Wurzelfüllung nach Walkhoff. Patient klagt am anderen Tage über starke Schmerzen, die aber tags darauf wieder völlig abgeklungen sind. Seither keine Symptome.

9. Fall. — Frl. B. —
Patient klagt nach ausgeführter Wurzelfüllung über heftige Schmerzen, leichte Anschwellung, Rötung und Druckempfindlichkeit auf dem Zahnfleisch, Zahn leicht empfindlich auf Perkussion.
Röntgenbefund: des Periapex. Ausräumung des Wurzelkanals. Auflassen desselben, leichte Cauterisierung des Zahnfleisches. Schwellung und Rötung sind zwar zurückgegangen bis zur folgenden Sitzung. Zahn schmerzt jedoch immer noch. Jontophorese von 30. M. a. m. Schmerz verschwindet beinahe augenblicklich und Zahn ist tags darauf nicht mehr druck- und nicht mehr perkussionsempfindlich.

~~17. 1. 32.~~

10. Fall. — Fr. H. —
Patient kommt mit heftigen periodontitischen Schmerzen am oberen 1. Prämolar, welcher zugleich der Stützpfeiler einer grossen Brücke ist, die entfernt wird. Anschwellung, jedoch noch keine Fluctuation des Zahnfleisches. Subperiostaler Abszess. Obwohl der Zahn schon sehr locker in der Alveole geworden ist, verweigert Patient die Extraction.
Verordnung: von Kataplasmen.
Röntgenbefund: Ausgedehnte Aufhellung des Periapex. Behandlung scheint ziemlich aussichtslos. Nach Abklingen der akuten Erscheinungen sechs Jontophoresenapplikationen 12 M. a. m. pro Sitzung.
Patient erträgt sofort 4 Milliampère, was ein Beweis der grossen Ausdehnung des pathologischen Herdes ist. Nachher Wurzelfüllung.
Das Röntgenbild vom 7. 6. 32 zeigt eine deutliche Regenerierung des Knochens und klinisch ist einwandfreie Festigung des Zahnes in der Alveole festzustellen.

Schluss.

Zusammenfassend können wir also folgende Schlüsse ziehen:

Weil das Problem der medikamentösen Durchdringung sei es auf mechanischem, chemischem oder physikalischem Wege - noch nicht gelöst ist, haben wir unzweifelhaft in der Jontophorese eines der geeignetsten Mittel, dieses Ziel zu erreichen. Dass wir dieses Verfahren jedoch nicht ziellos anwenden dürfen, liegt auf der Hand und ein gewisses Studium von zahlreichen Fällen ist für den Praktiker notwendig, um genau die Verwendung der Jontophorese richtig bemessen zu können. Auch dies ist nur der Fall, wenn er vor allem zuerst diagnostisch sich über das Krankheitsbild klar geworden ist. Dass wir auch Misserfolge haben können, was wir an drei von uns selbst behandelten Fällen bestätigen könnten, um vorurteilslose Kritik zu üben, will noch lange nicht ein Beweis für das Unvermögen der Methode sein, zumal es sich von Fällen in extremis handelte, wo wir als letzte Rettung sozusagen vor der Extraktion eine Jontophoresenapplikation angewandt haben. Nichtsdestoweniger bleibt das Verfahren ein hervorragendes und wird uns in der Mehrzahl der bis dahin mit den grössten Schwierigkeiten behandelten Fälle zur vollen Befriedigung dienen.

Doch sind nach meiner Meinung noch Verbesserungen notwendig, sei es in der Apparatur, sei es in deren Anwendung, sodass der Jontophorese durch einwandfreie histologische und weitere bakteriologische Untersuchungen eine vielversprechende Zukunft beschieden sein kann.

LITERATUR-ANGABEN

I.

1. Max Born. — Die Konstitution der Materie.1922.
2. Edison. — Ionen-Elektrone und Körper.
3. Richardson. — The electrom theory of Matter.
4. Sommerfeld. — Die Konstitution des Atoms. 1924.
5. M. Boll. — Elektronen und die chemischen Phenomene.
6. M. Doumer. — Vitesse des ions. 1907.
7. Leduc. — La théorie des ions en médecine. 1901.
8. Frankenhauser. — Elektronische Therapie. 1901.
9. Lovetey. — Die Theorie der Ionen in der medizinischen Elektrizität.
10. Loeb. — Studium der Ionen. 1906.
11. Levis Jones. — The principles of ionic medication. 1910.
12. Frankenhauser. — Jontophorese. 1913.
13. A. Strohl. — L'introduction médicamenteuse par l'électrolyse. 1923.
14. Gidon. — Ionothérapie électrique. 1928.
15. K. W. Pohl. Elektrizitätslehre, Elektropherose (202). 1931.

II.

16. Pont. — La cataphorèse en art dentaire. 1899.
17. Zierler. — Zahnärztliche Rundschrift. 1900.
18. A. Pont. — Cataphoresis in Dentistery. 1900. Dent. Cos.
19. Hoffendahl. — Schweiz. Monatsschrift, Zhk. 1904
20. Morgenstern. Deutsche Monatsschrift, Zhk. (833). 1909.
21. Miller. On electric sterilisation of root canals. 1903—1904.
22. Zierler. — Elektrosterilisation in der Zahnheilkunde. 1905.
23. Mendel Joseph. — L'ion coaïne et l'ion zinc en thérapeutique dentaire. 1908.
24. S. Fried. — Vorführung eines Elektrodenfixators behufs leichterer Ausführung der Elektrosterilisation.
25. M. L. Rhein. — Scientific Treatment of Root-canals electrolysis. Dent. Cos. 1911.
26. Louis. — Medikamentöse... mit der Sterilisation durch schwache galvanische Ströme. Korrespbl. f. Zahnärzte. 1912.
27. Ruttloff. — Elektrophorese D. Zahnärztl. Ztg. 1912.

28. Leix. — Elektrotherapie in der Zahnheilkunde. Zahnärztl. Mitt. 1913.
29. Neumann Edgar. Ion therapy in Dentistern. Dent. Cos. 1914.
30. George T. Fette. — Ionization. Dent. Cos. 1914.
31. D. Frank Price. Ionization. Method. of Tracting Alveolar Abszess.
32. Marcus Strannsberg. Successful Traetment of Apical Abzess bey Ionization Dental Itemps of Interest. 1916.
33. Herdling A. C. M. — Ionization. New. Jersez Dent. Inl. 1916.
34. E. Sturridge. — Ionic Meditation. Comman Wealth Dental Review. 1917.
35. E. Sturridge. — The Electro-therapeutic Action of certain Ions. Dent. Cos. ang. 1917.
36. Hermann Prinz. — Electro sterilisation of Root-canals. Dent. Cos. apr. 1917.
37. G. T. Fette. Electrolytic Medication. Dental Summary. 1918.
38. Prinz H. — Ueber Elektrosterilisation von Wurzelkanälen. Schweiz. Vrtjschr. f. Zahnhlk. 1918.
39. G. T. Fette. Electrolytic Medication with special Reference to Ionic Chemistry. National Dental Am. 1918.
40. Leht Espensen. — Beitrag zur Behandlung von infizierten Wurzelkanälen D. Zahnhlk. 1923.
41. Trischler. Die Elektrophorese in der Zahnheilkunde. Leipzig. 1923.
42. Charles J. Stoloff. Conservation of Pulpless Teeth by Application of Ionization. Dent. Cos. 1923.
43. A. B. Crane. — The best of Time in Rott-Nala work Electrolytic medication Dent. Cos. 1923.
44. D. Campbell. Ionic. Medication. Surgeon Dental. 1923.
45. M. L. Rhein. — Ionic. Medication. Congress von Philadelphia Dent. Cos. 1923.
46 Gunnar Siven. — Infelterade rotkanalers sterilisation genom svaga elektriska strömmar. Odentoligisk Lidskrift. 1924.
47. J. P. Bjerregaard (Copenhague). — Elektrosterilisation af inficerede rodkanaler. Tandlaegebladet. 1925.
48. Leix Rudolf. Elektrotherapie (Elektrolyse Iontophorese). Die Fortschritte der Zahnheilkunde. 1926.
49. Erich Feiler. Wurzelfüllungsmethode (Elektrosterilisation). Die Fortschritte der Zahnheilkunde. 1926.

50. M. L. Rhein. — A prolonged Study of the Electrolytic Traetment of Dental Focal Infection Dent. Cos. 1926.
51. E. Sturridge. — Electrotherapy in periodental disease and root-canal sterilization. 1926.
52. Urbantschitsch. — Z. Stomat. (789). 1927.
53. Charles F. Bocecker. — The ionization of septic roots. Dental Cosmos. 1927.
54. E. Sturridge. — Electrotherapy in periodental diseases and root canal sterilization. J. Ann. Dent. Ass. 1927.
55. A. Kantorowitsch. — Handwörterbuch der gesamten Zahnheilkunde: Elektrolyse, Elektrophorese. 1929.
56. P. Bernard. — L'ionophorèse dentaire. 1931.
57. B. Cayre. — Contributions à l'étude comparative technique et clinique de l'ionophorèse, dentaire. 1932

LEBENSLAUF

Unterzeichneter, Renatus Ulrich, ist am 17. Mai 1899 zu Strassburg im Elsass als Sohn des Lehrers Joseph Ulrich geboren. Religion katholisch. Nach kurzem Volksschulbesuch wurde er als Schüler des Lyceums zu Strassburg aufgenommen, wo er sein Maturitätsexamen Juli 1918 ablegte. Alsdann widmete er sich an der Universität Strassburg dem Studium der Zahnheilkunde; Staatsexamen 28. April 1922 mit gut bestanden.

Nach einer halbjährigen Assistenzzeit in der Universitätszahnklinik und einer einjährigen Assistenzzeit in der Schulzahnklinik zu Strassburg liess sich Unterzeichneter am 1. Oktober 1923 in Strassburg als praktischer Zahnarzt nieder, wo er heute noch tätig ist.

Das zahnärztliche Institut der Universität Freiburg stellte dem Unterzeichneten seine Räume und seine Patienten zur Demonstrierung der Jontophorese bereitwilligst zur Verfügung, wofür seinem Leiter, Herrn Professor Doktor Herrenknecht gedankt sei.

R. Ulrich.